

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-307088

(43)Date of publication of application : 17.11.1998

(51)Int.CI.

G01N 1/28
G01N 21/88
G01N 23/225
H01J 37/20
H01L 21/66
H01L 31/09
H01L 49/02

(21)Application number : 09-116648

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 07.05.1997

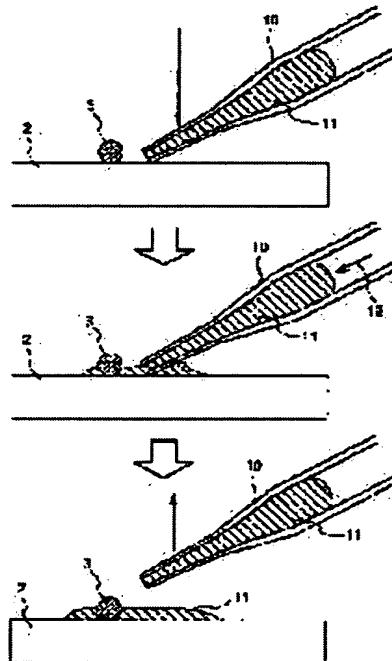
(72)Inventor : SHIMASE AKIRA
AZUMA JUNZO
HAMAMURA YUICHI
MIZUMURA MICHIRO
NISHIMURA NORIMASA

(54) METHOD FOR FIXING DUST, METHOD FOR PUTTING MARK AND DEVICE THEREFOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent a microdust from being scattered by a charged beam by supplying a viscous liquid material to a region containing a dust prior to an analytic process thereby fixing the dust onto an object to be inspected.

SOLUTION: A pipet 10 filled with a liquid material is lowered until it touches the surface of a substrate 2 in the vicinity of a duct 3. Lowering of the pipet 10 is then stopped and the forward end part thereof is observed with an optical microscope thus detecting contact. When a gas impact 12 is applied with nitrogen gas from the rear of the pipet 10 under a state where the pipet 10 touches the substrate 2, a liquid material 11 is jetted onto the substrate 2 and brought into contact with the duct 3 at the forward end of the pipet 10. After the liquid material 11 is supplied to the periphery of the dust 3, gas impact 12 is stopped and the pipet 10 is lifted. In this regard, wetting of the liquid is prevented from spreading significantly as compared with the scale of the dust 3 and normally limited within 15 µm. According to the arrangement, the dust on the substrate 2 is prevented from being scattered through irradiation with a charged beam at the time of failure analysis.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than
the examiner's decision of rejection or
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-307088

(43)公開日 平成10年(1998)11月17日

(51)Int.Cl.^a
G 0 1 N 1/28
21/88
23/225
H 0 1 J 37/20
H 0 1 L 21/66

識別記号

F I
G 0 1 N 1/28
21/88
23/225
H 0 1 J 37/20
H 0 1 L 21/66

H
E
A
J

審査請求 未請求 請求項の数32 O.L (全12頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平9-116648

(22)出願日 平成9年(1997)5月7日

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所
東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 鳴瀬 朗
神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所生産技術研究所内

(72)発明者 東 淳三
神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所生産技術研究所内

(72)発明者 濱村 有一
神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所生産技術研究所内

(74)代理人 弁理士 高橋 明夫 (外1名)

最終頁に続く

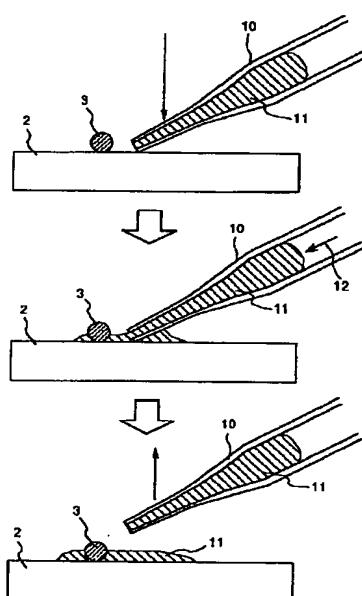
(54)【発明の名称】 異物固定方法およびマーク形成方法、ならびに、それらに使用する装置

(57)【要約】

【課題】半導体装置等の製造工程において、荷電ビームを用いて、不良解析をおこなうにあたり、そのビームの電荷の影響により、微少な異物が飛散しないようにする。また、半導体ウェアなどの不良個所を速やかに、探索しうるようとする。

【解決手段】荷電ビームを照射して、半導体ウェアなどの被検査対象上にある異物を、観察、分析する工程の前に、ビペットやインクジェット機構で、粘性ある液体材料をその異物を含む領域に供給して、その異物を被検査対象上に固定する。また、液体材料で、異物やパターン欠陥の周辺にマークを形成する。液体材料が溶媒を含むときは、レーザにより加熱して成膜する。

図 3



【特許請求の範囲】

【請求項1】 被検査対象上にある異物を固定する方法において、

荷電ビームを照射して、被検査対象上にある異物を、観察、分析する工程の前に、

粘性ある液体材料を、その異物を含む領域に供給して、その異物を被検査対象上に固定することを特徴とする異物固定方法。

【請求項2】 前記液体材料の供給して異物を固定するのを、光学的手段により異物を観察する工程においておこなうことを特徴とする請求項1記載の異物固定方法。

【請求項3】 前記液体材料の供給にビペットを使用することを特徴とする請求項1および請求項2記載のいずれかの異物固定方法。

【請求項4】 前記液体材料を供給した領域に、レーザによる加熱を加えて、その液体材料の溶媒を蒸発させ、その液体材料の材料を分解して成膜することを特徴とする請求項1ないし請求項3記載のいずれかの異物固定方法。

【請求項5】 前記液体材料の供給をインクジェット射出でおこなう機構を備え、

前記異物を固定するための液体材料の供給を、そのインクジェット射出機構でおこなうことを特徴とする請求項1および請求項2、請求項4記載のいずれかの異物固定方法。

【請求項6】 荷電ビームを照射した場合に発生する2次粒子放出能が、前記供給された液体材料により成膜された膜と、前記被検査対象とで異なることを特徴とする請求項1ないし請求項5記載のいずれかの異物固定方法。

【請求項7】 前記被検査対象が、絶縁性の場合に、前記供給された液体材料により成膜された膜が、導電性であり、

前記被検査対象が、導電性の場合に、前記供給された液体材料により成膜された膜が、絶縁性であることを特徴とする請求項1ないし請求項6記載のいずれかの異物固定方法。

【請求項8】 前記供給された液体材料により成膜された膜の膜厚が、前記固定しようとする異物の縦の径より、小さいことを特徴とする請求項1ないし請求項7記載のいずれかの異物固定方法。

【請求項9】 前記被検査対象が、半導体ウェア、その上のマスク、TFT (Thin Film Transistor) 液晶素材、PDP (Plasma Display Panel) 素材であることを特徴とする請求項1ないし請求項8記載のいずれかの異物固定方法。

【請求項10】 被検査対象上にある異物または欠陥を検索するためのマーク形成方法において、粘性ある液体を、その異物又は欠陥の周辺に供給して、それによってマークを形成することを特徴とするマーク

形成方法。

【請求項11】 被検査対象に対する異物検査または外観検査の工程が設けられている場合に、

前記マークを形成することを、その異物検査または外観検査工程でおこなうことを特徴とする請求項10記載のマーク形成方法。

【請求項12】 被検査対象に対する異物検査または外観検査の工程の後に、

光学的に異物を観察する工程が設けられている場合に、前記マークを形成することを、その光学的に異物を観察する工程でおこなうことを特徴とする請求項10記載のマーク形成方法。

【請求項13】 前記液体材料の供給にビペットを使用することを特徴とする請求項10ないし請求項12記載のいずれかのマーク形成方法。

【請求項14】 前記ビペットによる液体材料の供給を、被検査対象に対してそのビペットの軸を垂直に設置しておこなうことを特徴とする請求項13記載のマーク形成方法。

【請求項15】 前記液体材料を供給した領域に、レーザによる加熱を加えて、その液体材料の溶媒を蒸発させ、その液体材料の材料を分解して成膜することを特徴とする請求項10ないし請求項14記載のいずれかのマーク形成方法。

【請求項16】 前記液体材料の供給をインクジェット射出でおこなう機構を備え、前記異物を固定するための液体材料の供給を、そのインクジェット射出機構でおこなうことを特徴とする請求項10ないし請求項12、請求項15記載のいずれかのマーク形成方法。

【請求項17】 荷電ビームを照射した場合に発生する2次粒子放出能が、前記供給された液体材料により成膜された膜と、前記被検査対象とで異なることを特徴とする請求項10ないし請求項16記載のいずれかのマーク形成方法。

【請求項18】 前記被検査対象が、絶縁性の場合に、前記供給された液体材料により成膜された膜が、導電性であり、

前記被検査対象が、導電性の場合に、前記供給された液体材料により成膜された膜が、絶縁性であることを特徴とする請求項10ないし請求項17記載のいずれかのマーク形成方法。

【請求項19】 前記供給された液体材料により成膜された膜の最大径が、 $15\mu m$ 以下であることを特徴とする請求項10ないし請求項18記載のいずれかのマーク形成方法。

【請求項20】 前記被検査対象が、半導体ウェア、その上のマスク、TFT (Thin Film Transistor) 液晶素材、PDP (Plasma Display Panel) 素材であることを特徴とする請求項10ないし請求項19記載のいずれかのマーク形成方法。

【請求項21】 被検査対象に生ずる異物または外観欠陥を観察する光学装置に設けられる異物固定装置において、液体材料を微量に供給するピベットと、ピベット位置を制御するコントローラと、ピベットにガスインパクトを供給するガスインパクトアッセンブリと、それらの制御系とを装備したことを特徴とする異物固定装置。

【請求項22】 前記ピベットの軸が、被検査対象に対して垂直に設置されることを特徴とする請求項21記載の異物固定装置。

【請求項23】 請求項21記載の構成に加えて、さらに、レーザとレーザ光学系と、それらの制御系とを装備することを特徴とする請求項21および請求項22記載のいずれかの異物固定装置。

【請求項24】 被検査対象に生ずる異物または欠陥を検査する異物検査装置、または、外観検査装置に設けられる異物固定装置において、異物を固定するための液体材料供給機構を装備したこととを特徴とする異物固定装置。

【請求項25】 前記液体材料供給機構が、液体材料を局所的に供給するピベットと、ピベット駆動機構と、ガスインパクト機構と、その制御系とであることを特徴とする請求項24記載の異物固定装置。

【請求項26】 前記液体材料供給機構が、液体材料を局所的に供給するインクジェット機構とその制御系とであることを特徴とする請求項24記載の異物固定装置。

【請求項27】 被検査対象に生ずる異物または外観欠陥を観察する光学装置に設けられるマーク形成において、液体材料を微量に供給するピベットと、ピベット位置を制御するコントローラと、ピベットにガスインパクトを供給するガスインパクトアッセンブリと、それらの制御系とを装備したことを特徴とするマーク形成装置。

【請求項28】 前記ピベットの軸が、被検査対象に対して垂直に設置されることを特徴とする請求項27記載のマーク形成装置。

【請求項29】 請求項27記載の構成に加えて、さらに、レーザとレーザ光学系と、それらの制御系とを装備することを特徴とする請求項27および請求項28記載のいずれかのマーク形成装置。

【請求項30】 被検査対象に生ずる異物または欠陥を検査する異物検査装置、または、外観検査装置に設けられるマーク形成装置において、

異物を固定するための液体材料供給機構を装備したこととを特徴とするマーク形成装置。

【請求項31】 前記液体材料供給機構が、液体材料を局所的に供給するピベットと、ピベット駆動機構と、ガスインパクト機構と、その制御系とであることを特徴とする請求項30記載のマーク形成装置。

【請求項32】 前記液体材料供給機構が、液体材料を局所的に供給するインクジェット機構と、その制御系とであることを特徴とする請求項30記載のマーク形成装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、異物固定方法およびマーク形成方法、ならびに、それらに使用する装置に係り、走査電子顕微鏡などの荷電ビーム照射装置によって、半導体ウェハ等の製造工程の不良解析をおこなう際の前工程に用いる方法であって、不良解析時に、その荷電ビーム照射装置からの荷電ビームによって、観察する異物が飛散することを防止するのに好適である異物固定方法、また、不良解析部位への速やかなステージ移動をおこなうの好適であるマーク形成方法、ならびに、それらに使用する装置に関する。

【0002】

【従来の技術】半導体装置の集積度の向上により、半導体装置の製造工程は、ますます微細な加工をおこなうようになってきている。このような半導体装置の製造工程における不良は、倍率の高い電子ビームを用いた走査電子顕微鏡で観察する手法が一般的である。また、イオンビームにより断面加工する手法も一般的におこなわれている。

【0003】これらの電子ビームであれイオンビームであれ、荷電ビームを用いた不良解析では、同様の問題点を生じるので、以下では、図8ないし図9を用いてイオンビームを例に採って説明しよう。図8は、イオンビームを照射したときに異物が飛散する様子を示す模式図である。図9は、基板2全体に導電性薄膜6を成膜した様子を示す模式図である。図10は、基板2の一部にCV膜5を成膜した様子を示す模式図である。

【0004】イオンビームを断面加工に使用する際には、ビーム径を $0.01\mu m$ から $1\mu m$ オーダに集束して表面を観察したい対象に、ビームを走査して照射する。例えば、図8(a)に示すように、加工対象が基板2上に付着した異物3であるとする。ここで、基板2は、半導体ウェハ、その上のマスク、TFT液晶素材、PDP素材などである。このとき、まず、イオンビーム1を走査4して、まず、異物3の位置を確認する。これは、集束したイオンビームを走査した際に照射部分から発生する2次電子、または、2次イオンを検出して、その量に応じ

た輝度変化をビーム照射点に対応するディスプレイ上の点に割り当てる走査電子顕微鏡と同等の原理に基づいて実行される。

【0005】そのとき、イオンビームは、プラスの電荷を持っており、基板2が絶縁物であれば、基板2に電荷5が蓄積する。異物3も絶縁物であれば、異物3にも電荷5が蓄積する。そして、互いに蓄積した電荷5により、クーロン力が発生するため、プラス電荷5同士が反撥して、図8(b)に示すように異物3は基板2上から弾き出されるように飛散する。

【0006】この現象を回避する方法の一つに、図9に示すように解析すべき基板2全体に導電性薄膜6を成膜する方法がある。そして、イオンビーム1の電荷5は、導電性薄膜6を介して、アースに逃がすようすれば、異物3が飛散することはない。しかしながら、導電性薄膜6が基板2の全面に成膜されるため、他の領域で別の不良解析をおこなうことが困難となり、一つのサンプルで一つの解析しかできなくなるために、不良解析の効率が低下する。また、導電性薄膜6の成膜プロセスにおいて、上記と同様に電荷による反撥で異物3が飛散する可能性もある。

【0007】別の解決方法としては、イオンビームを用いてCVD(Chemical Vapor Deposition)膜を成膜する方法が考えられる。これは、図10に示すように、ノズル7からCVDガス8を供給している領域にイオンビーム1を照射することで、その領域にCVD膜9を成膜する方法である。この場合には、成膜される領域は、イオンビーム1を照射している領域のみであるため、他の領域に悪影響を与えることは無い。しかしながら、この方法においても、CVD膜9の成膜開始時、あるいは、成膜位置設定時には、イオンビーム1が照射され、それによる電荷5によって、上記と同様に、異物3が飛散する。

【0008】また、図10に示した方法で、イオンビーム1の替わりにレーザを用いるレーザCVD方式で膜を形成することも可能である。しかし、レーザの熱による異物の飛散あるいは溶融等の問題が想定される上、別装置として真空チャンバを必要とする比較的大形のレーザCVD装置を設置する必要があり、コスト、スペースの面からも採用困難である。

【0009】さらに、イオンビームを照射する場合には、電子シャワーを同時に照射することで、正電荷を中和させ、基板が全体的にチャージアップするのを防止する方法がある。この方法によれば、基板へのダメージやイオンビームによる加工位置のずれ等を発生させない効果は確認されている。しかしながら、この方法は、基板全体として電荷のバランスをとることは可能であっても、局所的に電荷バランスは崩れることもあり、電荷によって表面に付着した異物の飛散を防止することは、困難である。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】上記イオンビームを用いて断面加工を用いる手法は、半導体の製造工程で広く用いられる手法であるが、上記のように、イオンビームを照射したときの副作用として、微少な異物が飛散するという問題点があった。

【0011】また、この現象はイオンビーム照射装置以外にも、電子ビーム照射装置である走査電子顕微鏡等でも観察される。半導体の開発段階における異物の同定は、半導体製作の歩留り向上に不可欠であるが、上記のような現象によって、同定すべき異物が飛散し、分析できない問題点が発生していた。

【0012】その他、上に挙げた各手法も成膜するときに、異物が飛散するしたり、成膜することにより、不良解析の効率が低下するという問題点がある。もとより、コストがかかったり、装置が大掛かりになるのも好ましくない。また、荷電ビームの影響を避けるという意味から言っても、通常のプラズマ等による成膜は使用できない。また、スピンドル等の方法は、基板全体に成膜されるため、解析効率を向上させるという点で問題である。

【0013】また、半導体の集積度の向上により、不良解析をおこなうために走査電子顕微鏡の倍率を大きくして、より微少な異物や半導体ウェハに生じるパターン欠陥を観察しなければならない。ところが、倍率を大きくすると、相対的に視野が狭まるために、不良のある個所にたどり着くまでに時間がかかり、不良解析の効率が低下する一要因となる。

【0014】本発明は、上記問題点を解決するためになされたもので、その目的は、半導体装置等の製造工程において、荷電ビームを用いて、不良解析をおこなうにあたり、そのビームの電荷の影響により、微少な異物が飛散しないような異物固定方法、および、不良解析にあって、不良個所を速やかに探索しうるマーク形成方法、ならびに、それらを使用した装置を提供することにある。

【0015】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明の異物固定方法に係る発明の構成は、被検査40対象上にある異物を固定する方法において、荷電ビームを照射して、被検査対象上にある異物を、観察、分析する工程の前に、粘性ある液体材料を、その異物を含む領域に供給して、その異物を被検査対象上に固定するようにしたものである。

【0016】より詳しくは、上記異物固定方法において、前記液体材料の供給して異物を固定するのを、光学的手段により異物を観察する工程においておこなうようにしたものである。

【0017】さらに詳しくは、上記異物固定方法において、前記液体材料の供給にピペットを使用するようにし

たものである。

【0018】別に詳しくは、上記異物固定方法において、前記液体材料を供給した領域に、レーザによる加熱を加えて、その液体材料の溶媒を蒸発させ、その液体材料の材料を分解して成膜するようにしたものである。

【0019】また別に詳しくは、上記異物固定方法において、前記液体材料の供給をインクジェット射出でおこなう機構を備え、前記異物を固定するための液体材料の供給を、そのインクジェット射出機構でおこなうようにしたものである。

【0020】また、液体材料について詳しくは、上記異物固定方法において、荷電ビームを照射した場合に発生する2次粒子放出能が、前記供給された液体材料により成膜された膜と、前記被検査対象とで異なるようにしたものである。

【0021】より詳しくは、上記異物固定方法において、前記被検査対象が、絶縁性の場合に、前記供給された液体材料により成膜された膜が、導電性であり、前記被検査対象が、導電性の場合に、前記供給された液体材料により成膜された膜が、絶縁性であるようにしたものである。

【0022】さらに詳しくは、上記異物固定方法において、前記供給された液体材料により成膜された膜の膜厚が、前記固定しようとする異物の縦の径より、小さいようにしたものである。

【0023】また、被検査対象について詳しくは、上記異物固定方法において、前記被検査対象が、半導体ウェア、その上のマスク、TFT (Thin Film Transistor) 液晶素材、PDP (Plasma Display Panel) 素材であるようにしたものである。

【0024】上記目的を達成するために、本発明のマーク形成方法に係る発明の構成は、被検査対象上にある異物または欠陥を検索するためのマーク形成方法において、粘性ある液体を、その異物又は欠陥の周辺に供給して、それによってマークを形成するようにしたものである。

【0025】より詳しくは、上記マーク形成方法において、被検査対象に対する異物検査または外観検査の工程が設けられている場合に、前記マークを形成することを、その異物検査または外観検査工程でおこなうようにしたものである。

【0026】別に詳しくは、上記マーク形成方法において、被検査対象に対する異物検査または外観検査の工程の後に、光学的に異物を観察する工程が設けられている場合に、前記マークを形成することを、その光学的に異物を観察する工程でおこなうようにしたものである。

【0027】また詳しくは、上記マーク形成方法において、前記液体材料の供給にビベットを使用するようにしたものである。

【0028】より詳しくは、上記マーク形成方法におい

て、前記ビベットによる液体材料の供給を、被検査対象に対してそのビベットの軸を垂直に設置しておこなうようにしたものである。

【0029】さらに詳しくは、上記マーク形成方法において、前記液体材料を供給した領域に、レーザによる加熱を加えて、その液体材料の溶媒を蒸発させ、その液体材料の材料を分解して成膜するようにしたものである。

【0030】別に詳しくは、上記マーク形成方法において、前記液体材料の供給をインクジェット射出でおこなう機構を備え、前記異物を固定するための液体材料の供給を、そのインクジェット射出機構でおこなうようにしたものである。

【0031】液体材料について詳しくは、上記マーク形成方法において、荷電ビームを照射した場合に発生する2次粒子放出能が、前記供給された液体材料により成膜された膜と、前記被検査対象とで異なるようにしたものである。

【0032】より詳しくは、上記マーク形成方法において、前記被検査対象が、絶縁性の場合に、前記供給された液体材料により成膜された膜が、導電性であり、前記被検査対象が、導電性の場合に、前記供給された液体材料により成膜された膜が、絶縁性であるようにしたものである。

【0033】さらに詳しくは、上記マーク形成方法において、前記供給された液体材料により成膜された膜の最大径が、 $15\mu m$ 以下であるようにしたものである。

【0034】被検査対象について詳しくは、上記マーク形成方法において、前記被検査対象が、半導体ウェア、その上のマスク、TFT (Thin Film Transistor) 液晶素材、PDP (Plasma Display Panel) 素材であるようにしたものである。

【0035】上記目的を達成するために、本発明の異物固定装置に係る発明の構成は、被検査対象に生ずる異物または外観欠陥を観察する光学装置に設けられる異物固定装置において、液体材料を微量に供給するビベットと、ビベット位置を制御するコントローラと、ビベットにガスインパクトを供給するガスインパクトアッセンブリと、それらの制御系とを装備したようにしたものである。

【0036】より詳しくは、上記異物固定装置において、前記ビベットの軸が、被検査対象に対して垂直に設置されるようにしたものである。

【0037】さらに詳しくは、上記異物固定装置において、上記構成に加えて、さらに、レーザと、レーザ光学系と、それらの制御系とを装備したようにしたものである。

【0038】上記目的を達成するために、本発明の異物固定装置に係る発明の別の構成は、被検査対象に生ずる異物または欠陥を検査する異物検査装置、または、外観検査装置に設けられる異物固定装置において、異物を固

定するための液体材料供給機構を装備したようにしたものである。

【0039】より詳しくは、上記異物固定装置において、前記液体材料供給機構が、液体材料を局所的を供給するビペットと、ビペット駆動機構と、ガスインパクト機構とその制御系とであるようにしたものである。

【0040】別に詳しくは、上記異物固定装置において、前記液体材料供給機構が、液体材料を局所的を供給するインクジェット機構と、その制御系とであるようにしたものである。

【0041】上記目的を達成するために、本発明のマーク形成装置に係る発明の構成は、被検査対象に生ずる異物または外観欠陥を観察する光学装置に設けられるマーク形成において、液体材料を微量に供給するビペットと、ビペット位置を制御するコントローラと、ビペットにガスインパクトを供給するガスインパクトアッセンブリと、それらの制御系とを装備したようにしたものである。

【0042】より詳しくは、上記マーク形成装置において、前記ビペットの軸が、被検査対象に対して垂直に設置されるようにしたものである。

【0043】さらに詳しくは、上記マーク形成装置において、上記構成に加えて、さらに、レーザとレーザ光学系と、それらの制御系とを装備しようにしたものである。

【0044】上記目的を達成するために、本発明のマーク形成装置に係る発明の別の構成は、被検査対象に生ずる異物または欠陥を検査する異物検査装置、または、外観検査装置に設けられるマーク形成装置において、異物を固定するための液体材料供給機構を装備したようにしたものである。

【0045】より詳しくは、上記マーク形成装置において、前記液体材料供給機構が、液体材料を局所的を供給するビペットと、ビペット駆動機構と、ガスインパクト機構と、その制御系とであるようにしたものである。

【0046】別に詳しくは、上記マーク形成装置において、前記液体材料供給機構が、液体材料を局所的を供給するインクジェット機構と、その制御系とであるようにしたものである。

【0047】上記のような構成にすれば、荷電ビームにより、蓄積した電荷による基板上の異物の飛散が防止でき、不良解析をおこなう領域には、解析の痕跡は残るもの、他の領域には解析の影響を与えることはない。したがって、この方法によれば、多点多種の解析作業に対応でき、半導体ウェハを工程中で解析した後に、ラインに戻すことも可能である。また、異物飛散防止策を講じるあたり、半導体等の不良解析シーケンスにおいて、使い勝手も良く、大掛かりな装置など必要ない。これは、基板上へのマーク形成についても同様である。

【0048】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係る各実施形態を、図1ないし図7を用いて説明する。

【実施形態1】以下、本発明に係る第一の実施形態を、図1および図3を用いて説明する。本実施形態では、半導体装置の製造工程における異物検査を例に採って、走査電子顕微鏡などで荷電ビーム照射によって不良解析をおこなうことを前提とした異物固定方法を説明するものとする。

【0049】先ず、図1を用いて半導体装置の製造プロセス間でおこなわれる検査・不良解析の手順の概略について説明する。図1は、半導体装置の製造プロセス間でおこなわれる検査・不良解析の手順を示す工程図である。

【0050】半導体装置の製造は、多くの工程を経ておこなわれる。図1では、プロセスNo.i、プロセスNo.j、プロセスNo.kというように流れで行くものとしている。具体的には、これらのプロセスは、ホトレジスト塗布、露光、現像、エッチングなどである。

【0051】ここで、i番目のプロセスとj番目のプロセスとの間で、半導体ウェハの外観や異物を検査する工程がおこなわれるとする。i番目のプロセスが終わると、半導体ウェハの一部が抜き取られ、外観／異物検査装置に送られ、外観検査や異物検査がおこなわれる。このように製造効率という観点から、普通は、全数検査ではなく、抜き取り検査がおこなわれる。

【0052】そして、その結果は、不良データ解析システムに送られる。バターン不良も異物も基準値より少ないと解析された半導体ウェハは、ロットに戻してもかまわないと判断されて、次のj番目のプロセスのロットに合流させる。ただし、プロセス運用において、一度ロットから抜き取った半導体ウェハは異物の発生源となる可能性があるという理由から、そのまま廃棄する方式を採用するラインもある。このように、検査した対象を、再びラインに合流させるか、廃棄させるかはラインごとに異なった運用となっている。

【0053】一方、バターン不良あるいは、異物が基準値を越えて存在する場合には、その原因を追求して、歩留りの低下を未然に防ぐ必要がありため、その半導体ウェハは、不良解析の工程にまわされる。不良解析の工程では、電子ビームによる走査電子顕微鏡による観察、イオンビーム収束装置による断面加工がおこなわれる。走査電子顕微鏡は、光学的顕微鏡よりも波長が短くできるため、高倍率で観察して、不良の分析をおこなうことができるためである。

【0054】ただし、本格的な不良解析をおこなう前に、レビューステーションに送られ、不良のレビューがおこなわれるのが一般的である。このようにレビュー工程が設けられるのは、後の不良解析工程の対象とする異物やバターン欠陥などの不良を選別するためである。すなわち、異物が微少であり、走査電子顕微鏡でなけれ

ば、解析できない場合、異物の大きさが大きくて、その構造物が不明であるなど、より詳しく解析してみたい場合には、そのような不良は、不良解析工程に回されることになる。逆に、異物が大きく、走査電子顕微鏡を使わなくとも、レビュー工程の光学的顕微鏡で対象が判断できるとき、あるいは、既に原因が判明しているときなど、レビュー工程のみで解決可能なときには不良解析工程には回さない。このようにして、真に不良解析をおこなうべきものだけを、不良解析することにより解析効率が向上させることができる。

【0055】ところで、レビューの方法としては、光学顕微鏡を主たる観察機器とする光学的なレビューと、走査電子顕微鏡などを主たる観察機器とする荷電ビームを用いたレビューがある。本発明が用いられるのを想定しているのが、光学的なレビューを使う場合である。これは、本発明の目的が、荷電ビームによる異物の飛散という悪影響を避けるというものであるから、当然の帰結である。

【0056】なお、本実施形態で説明する液体材料により、異物を固定する方法は、後の不良解析工程で、荷電ビームを使う場合は、もちろんのこと、荷電ビームを用いたレビューのときにおける荷電ビームの悪影響も回避できることに注意しておく。

【0057】次に、図2を用いて光学レビュー装置の構造について説明する。図2は、本発明に係る光学レビュー装置の構造の側面図と被検査対象をモニタに映し出した図である。

【0058】光学的なレビューは、光学レビュー装置によりおこなわれるが、この装置で、中心的な役割を果たすのが、光学顕微鏡である。本実施形態では、この光学的レビューをおこなう際に、液体により半導体ウェハ上の異物を固定させる。そのため、この光学顕微鏡は、液体微量供給系を装備している。ステージ15の上に載置された半導体ウェハ2に付着している異物3は、光学顕微鏡16で観察できる。この像は、カメラ18によって撮像され、モニタ17に、図の右上に示されているように表示される。そのモニタ17を観察しつつ、画面ほぼ中央に異物3が位置するように、ステージ15を移動させる。そして、その状態でモニタ17を観察しつつ、液体供給をおこなうビペット10を、ピエゾ素子等を駆動機構としたビペット移動機構11を制御して移動させ、半導体ウェハ2の面の異物3の近傍に接触させる。その上で、ビペット10の後部から窒素のガスインパクト12を加えて液体を供給して、異物3を液体材料で覆わせる。

【0059】ここで、液体材料としては、様々な候補が考えられるが、ある一定の粘性を持つ溶液ならば、すべて候補になりうるといえる。ただし、揮発性のものは適しない。具体的には、SOG(Spin On Glass)、各種、有機溶剤である。また、溶媒に例えれば金属錯体が溶

け込んだ液体を使うことも考えられる。そのような液体を使うときには、その段階の液体材料は、溶媒に金属錯体が溶け込んだ状態であり、熱を加えて溶媒を蒸発させ、材料を分解する必要がある。

【0060】この熱を加えるために、取り外した半導体ウェハ2を荷電ビーム装置に導入するにあたり、そのローディングチャンバで真空に引いた時点で、ローディングチャンバ上部に装備した赤外ランプで半導体ウェハ表面を加熱する。このようにすれば、真空に引かれた状態で加熱するため、溶媒の蒸発と材料の分解が促進されて、異物固定膜として十分な機能を有する膜にすることができる。さらに、この方法によれば、ローディングチャンバで溶媒を蒸発させ、材料を分解させてしまつため、荷電ビームの照射をおこなうメインチャンバの真空度を高く保つことが可能である。なお、加熱源として赤外ランプを使用すると説明したが、これは半導体ウェハホルダにヒータを埋め込み、これに通電することで加熱しても同等の効果が得られる。さらに、半導体ウェハ2を光学ビュー装置から取り外し、ホットプレートや恒温槽に入れて加熱することも可能である。

【0061】次に、図3を用いて異物固定のために液体供給をおこなう様子を詳細に説明する。図3は、ビペットで液体供給をおこなっている様子を示した断面図である。

【0062】先ず、図3(a)に示されるように、液体材料11を充填したガラス製ビペット10を異物3の近傍の基板2面に接触するまで降下させる。ビペット10が基板2に接触したら、降下を停止させる。この状態で、図2に示されているように、検査者は、ビペット10の先端位置を上方から光学顕微鏡で観察して接触を検知している。

【0063】次に、図3(b)に示されているように、ビペット10が基板2に接触した状態で、ビペット10の後方から窒素で断続的にガスインパクト12をかけると、液体材料11が基板2上に射出され、ビペット10の先にある異物3に接触する。異物3の周辺に液体材料11が充分に供給されたら、ガスインパクト12を停止する。

【0064】次に、図3(c)に示されているように、ビペット10を上昇させて、液体材料11の微量供給を終了する。液体の濡れ広がりは、異物3のスケールと比べて、あまり大きくなつてはならならず、通常、 $15\mu m$ 以内になるよう液体材料11を供給する。液体材料11の供給される量は、ビペット10の内径とガスインパクト12の強さと数、基板2を液体材料11との濡れ性で決まるため、これらの選択により、濡れ広がりを $15\mu m$ 以内に抑えることとする。

【0065】〔実施形態2〕次に、図4を用いて本発明に係る第二の実施形態を説明する。図4は、本発明に係る光学レビュー装置の他の構造の側面図である。

【0066】本実施形態では、異物固定のために液体を供給するのは、第一の実施形態と同様であるが、溶媒蒸発、材料分解の方法が異なっている。この実施形態は、液体を供給している部位は半導体ウェハ2の中のごく一部であるため、それ以外の領域に不必要的熱を加えることを回避できることに特徴がある。このため、光学レビュー装置に、例えば、レーザ19、ミラー20、シャッタ21、透過率フィルタ22等から構成されるレーザ照射系を装備する。レーザとしては加熱を主要目的とするため、アルゴンレーザを採用するのが望ましい。しかしながら、小型のYAGレーザであっても、必要なレーザパワーが得られれば、本実施形態のレーザ照射系に採用可能である。さらに、異物固定用に供給する液体材料が紫外硬化性の材料である場合には、小型のエキシマレーザを装備することで、必要な膜質への組成変成を実行させることもできる。

【0067】なお、レーザは、荷電を帯びていないため、荷電ビームによる異物飛散という問題が生じることはない。

【0068】〔実施形態3〕次に、図5および図6を用いて本発明に係る第三の実施形態を説明する。図5は、本発明に係る光学レビュー装置のまた他の構造の側面図である。図6は、第三の実施形態の光学レビュー装置のモニタ画面の表示例を示す図である。

【0069】第一の実施形態と第二の実施形態では、ビーム照射によって不良解析をおこなう際に異物の固定をするために液体供給をおこなうアイディアを説明した。本実施形態は、液体供給によって異物固定をおこなうことのみならず、半導体ウェハのバターン欠陥のマーク付けをおこなうことも目的とするものである。

【0070】外観検査装置により、半導体ウェハ上に形成されたバターン欠陥が検出される。バターン欠陥自体は異物とは違い、配線バターンに突起、あるいは、欠けが生じたものであるため、荷電ビームを照射しても、電荷の蓄積によって飛散することはない。しかしながら、実際にその欠陥を走査電子顕微鏡等で観察しようとした場合、観察部位への位置出しが困難である。これは、広い走査領域では欠陥部が画面上で視認できないため、狭い走査領域、つまり、高倍率での観察をおこなうことになるが、そのときに欠陥部を視野に入れることができることに起因している。

【0071】そこで、図5に示された構成の装置を用いて、欠陥部の近傍に、液体を微量に供給することでマークを形成する。このとき、マークとしては可能な限り高い精度でその中心座標を求めることが必要であり、その場合に、供給された液体の形状が楕円ではなく、円である方が望ましい。このため、ビベット10を半導体ウェハ2に垂直に設定している。したがって、光学顕微鏡16の下には、ビベット10を設置できないため、光学顕微鏡16の光軸からビベット10の中心軸に、一定のオフ

セット量だけステージ15を移動させている。このときに、正確な位置設定をおこなうため、レーザーゲージでステージ位置を計測し、ピエゾ素子を組み込んだビベット移動機構11で位置の微調整を実施する方式を採用する。また、ビベット10の接触検知は、斜めに設置した光学顕微鏡23を用いておこなっている。

【0072】ところで、ビベット10は、前記の第一と第二の実施形態では、半導体ウェハ2に対して斜めに位置設定する構成となっていた。この構成においては、ビベットの接触を光学顕微鏡自体で検知することが可能である利点があるが、供給された液体材料の形状は、上方から観察した場合、円とならず楕円となる。したがって、正確な位置づけには、適していないということになる。ただし、異物3の固定に関しては、支障が生じることはなく、第一の実施形態で示した斜めのビベット設定で問題はない。

【0073】なお、本実施形態で、バターン欠陥の位置を速やかに見いだすために、微量に供給した液体材料を利用すると記載した。実際には、異物固定の場合にも、供給した液体材料は異物に比べて、大きな面積を占めるものであり、バターン欠陥の観察時と同様に、速やかな位置出しに効果があり、解析効率の向上の一助となる。

【0074】また、液体により、マーク付けすることは、荷電ビームによる不良解析のみならず、光学的な観察をおこなう場合にも、不良箇所を速やかに見つけるために有用であることを注意しておこう。

【0075】さて、次に、図6を用いてマーク付けをする様子について詳細に説明しよう。

【0076】実際にマーク設定をするときには、図6に示されたマーク設定画面24でおこなう。図6に示されたマーク設定画面24には、すでにバターン欠陥3の近傍に2つの微量供給した液体の溶媒を蒸発させ、材料を分解させた円バターンをマーク34として作製してあるのが表示されている。操作としては、最初に欠陥3の位置を設定するが、これは欠陥3の中心をオペレータがポインタでクリックした上で、"Target set"ボタンを押すことで、画面上での座標が記憶される。次に、マーク34の位置を設定するが、これも同様にオペレータがマーク34の中心にポインタをセットした状態で、"Mark1 set"ボタンを押す操作で、その座標が記憶される。2番目のマークについても同様な操作をおこなう。

【0077】走査電子顕微鏡や、集束イオンビーム装置で欠陥を観察、または、加工する際、そのビーム走査によって得られる2次粒子像において、マーク34は、視認が容易であり、同等のバターン欠陥を表示するときの所用時間は、マーク34がない場合に比べて短時間となる。

【0078】さらに、バターン欠陥等の検査固定がそのバターンを形成した後に別工程を経ている場合、光学的には視認可能であったも、荷電ビームのように表面層の

みの情報しからないため、通常は下層にある欠陥への位置合わせが困難であった。これも、マーク34を形成し、図6に示したマーク設定画面24で2つのマーク34と欠陥3の位置関係を計測しておけば、マーク34から。荷電ビームで視認不可能な欠陥に対して、高精度な位置設定が可能となる。実際には、集束イオンビームで下にある欠陥に断面加工を施す際、有効な手段となる。

【0079】なお、液体材料の供給量について、マーク形成では厚さに制限はない。ただし、液体と液体を付着させる基板との関係で、液体の形状が決定され、厚く液体を供給した場合、その広がりが大きくなる。広すぎるマークは、その中心座標を決定する精度が低下するため、この場合にも、液体の供給量は微量であることが望ましい。実際には仕上がりのマークの最大径が $15\mu\text{m}$ 以下であることが望ましい。異物を固定する場合には、液体材料から溶媒を蒸発させ、材料を分解させた後の状態で、異物の位置が荷電ビームで観察できる必要があり、観察、あるいは、加工すべき異物の大きさ以下に最終的に形成される異物固定用の膜厚を制限する必要がある。

【0080】液体材料の組成については、溶媒を蒸発させ、材料を分解させて最終的に成膜された膜を荷電ビームで観察した場合、基板と明確に判別できることが望ましい。すなわち、走査電子顕微鏡の原理は、荷電ビームを照射して、発生する2次粒子を観測するものであるから、液体を供給してできた膜と基板が明確に判別されるためには、その膜と基板との2次粒子の放出能が、デボ膜と基板とで異なることが必要である。

【0081】通常、基板が絶縁膜である場合には、液体による膜が導電膜、逆に、基板が導電膜である場合には、液体による膜が絶縁膜であれば、明らかに異なる2次粒子放出能を持つため、液体による膜の視認が容易となる。そのような組成の基板と液体による膜の関係にすることで、観察、または、加工位置へのアクセスを容易にすることができる。ただし、液体による膜の中に異物を埋め込む異物固定の応用の場合には、異物の位置を2次粒子像で確認する必要があり、このときには、2次粒子放出能が高いことが望ましい。実際に、高い2次粒子放出能を持つ膜を成膜するようにすることで、観察困難であった異物、あるいは、パターン欠陥であっても、観察を容易にすることも可能となる。

【0082】また、基板が絶縁膜であるとし、電荷を逃がすアースに接続されたパターンが基板表面に形成されている場合には、液体材料により導電膜を成膜することで、試料表面を荷電によるチャージアップをおこすことなく、観察することも可能となる。

【0083】【実施形態4】次に、本発明に係る第四の実施形態を、図7を用いて説明する。図7は、本発明に係る検査装置の側面図とパターン欠陥にマークを付けた様子をモニタに映し出した図である。

【0084】上記各実施形態で、異物固定やマーク形成

を光学レビュー装置でレビューする段階で実施する方法について説明してきたが、検査装置においても、同様に異物固定やマーク形成をおこなうことができる。本実施形態では、この検査装置で検査している段階に、ピベットによる液体供給以外の方法で、マーク付けをおこなう例を説明しよう。

【0085】検査装置では、図7に示されるように、ステージ15が移動しつつ、半導体ウェハ2を検査光学系27で検査していく。ここで検出信号は、検査処理系28に送られ、その結果がモニタ32に表示される。検査視野29が半導体ウェハ2内を走査していくが、検査終了領域30内に欠陥の異物集合31があったとする。これは検査処理系28に設けられた判定基準によって抽出され、その位置が記憶される。

【0086】このとき、記憶した位置座標に、半導体ウェハ2の全面検査終後にステージ15が移動して、上記実施形態に述べてきたように、ピベットにより液体微量供給によってマークを形成することも可能である。しかしながら、そのようにすると、検査時間にマーク付け時間が追加されることになり、マーク付け部が少数であれば問題は小さいが、それが多数になってきた場合、検査の効率が低下することになる。

【0087】そこで、本実施形態では、検査視野の先にマーク付けをおこなうアッセンブリを設けることとした。その場合、検査と同時にマークを付けていくため、ステージ15は移動した状態でのマーク付けとなり、上記のようなピベットを使用した液体微量供給では対応できない。このため、現在プリンタなどで使用されているインクジェット方式を採用する。検査光学系27と液体材料インジェクタ25は一定の距離関係に固定されている。ステージ15は、検査光学系27の下を通過した後に、液体材料インジェクタ5の下を通過する方向に移動していく。検査処理系28でマーク付けすべきと判定された位置が、液体材料インジェクタ26の下に移動してきた時点で、インクジェット26を液体材料インジェクタ25から射出する。

【0088】インクジェット26射出する際の位置調整方法としては、液体材料インジェクタ25でインクジェット26をイオン化して、電界でステージ15の移動方向に垂直方向について位置調整するしても良いし、ステージ15の移動方向に垂直な方向に、検査視野と同じ巾のインジェクタヘッドを並べ、どのインジェクタヘッドからインクジェット26を射出するかを、検査処理系28からのデータに従って制御することで、マーク34を検査半導体ウェハ33の欠陥3の集合部の周辺に付着させる方法でも良い。

【0089】このようにして、検査時点でマーク34を付けると、次工程の光学レビューにおいても、欠陥位置へのステージ位置設定が速やかにおこなえるようになる。もとより、不良解析工程の観察、分析も容易にな

る。

【0090】

【発明の効果】本発明によれば、半導体装置等の製造工程において、荷電ビームを用いて、不良解析をおこなうにあたり、そのビームの電荷の影響により、微少な異物が飛散しないような異物固定方法、および、不良解析にあたって、不良箇所を速やかに探索しうるマーク形成方法、ならびに、それらを使用した装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】半導体装置の製造プロセス間でおこなわれる検査・不良解析の手順を示す工程図である。

【図2】本発明に係る光学レビュー装置の構造の側面図と被検査対象をモニタに映し出した図である。

【図3】ビベットで液体供給をおこなっている様子を示した断面図である。

【図4】本発明に係る光学レビュー装置の他の構造の側面図である。

【図5】本発明に係る光学レビュー装置のまた他の構造の側面図である。

【図6】第三の実施形態の光学レビュー装置のモニタ画面の表示例を示す図である。

* 【図7】本発明に係る検査装置の側面図とパターン欠陥にマークを付けた様子をモニタに映し出した図である。

【図8】イオンビームを照射したときに異物が飛散する様子を示す模式図である。

【図9】基板2全体に導電性薄膜6を成膜した様子を示す模式図である。

【図10】基板2の一部にCVD膜を成膜した様子を示す模式図である。

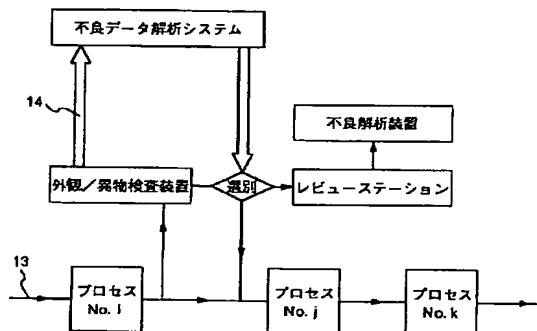
【符号の説明】

1 … イオンビーム、 2 … 基板、 3 … 異物、 4 … ビーム走査、 5 … 電荷、 6 … 導電性薄膜、 7 … ノズル、 8 … CVDガス、 9 … CVD膜、 10 … ピベット、 11 … 液体材料、 12 … ガスインパクト、 13 … 半導体ウェハの流れ、 14 … 情報の流れ、 15 … ステージ、 16 … 光学顕微鏡、 17 … モニタ、 18 … カメラ、 19 … レーザ、 20 … ミラー、 21 … シャッタ、 22 … 透過率フィルタ、 23 … 光学顕微鏡、 24 … マーク設定面、 25 … 液体材料インジェクタ、 26 … インクジェット、 27 … 検査光学系、 28 … 検査処理系、 29 … 検査視野、 30 … 検査終了領域、 31 … 欠陥集合、 32 … モニタ、 33 … 半導体ウェハ、 34 … マーク。

*

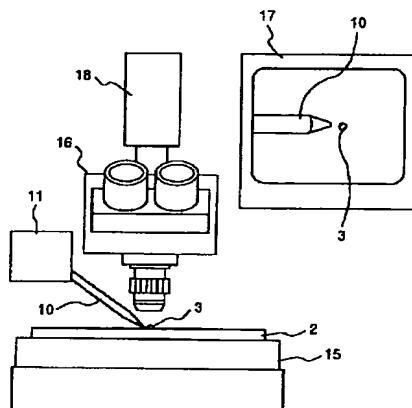
【図1】

図 1



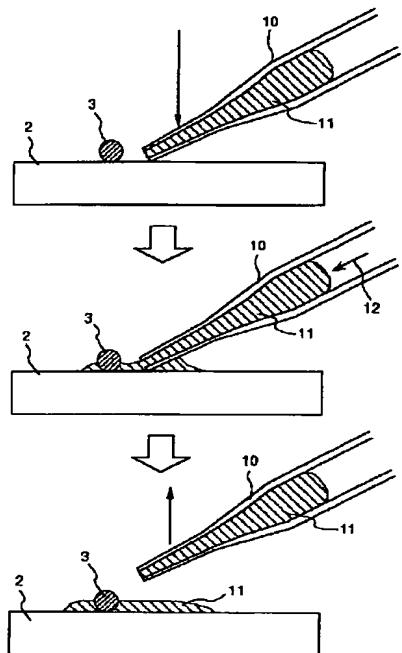
【図2】

図 2



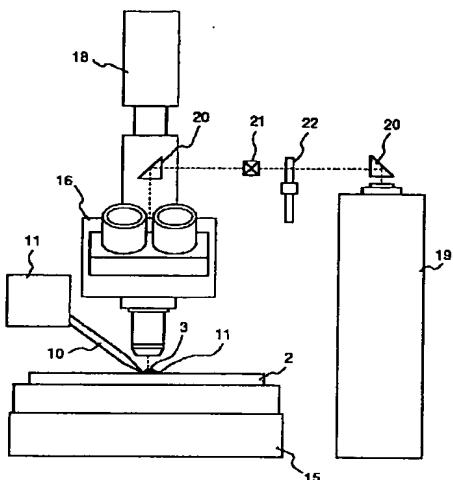
【図3】

図 3



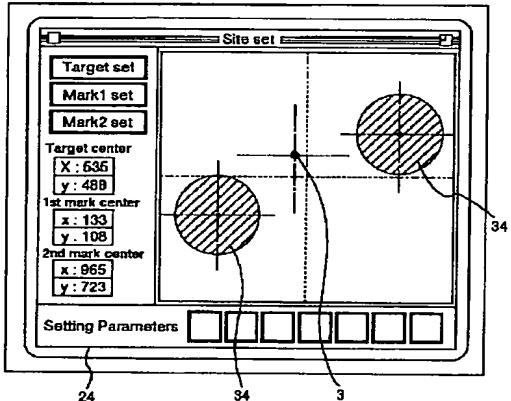
【図4】

図 4



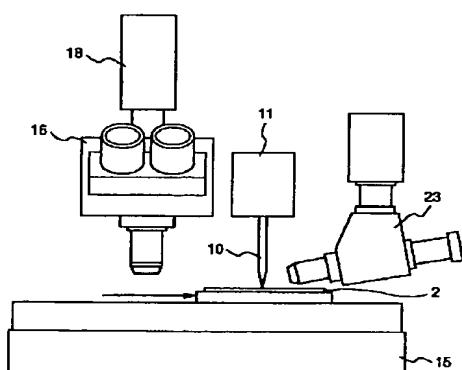
【図6】

図 6



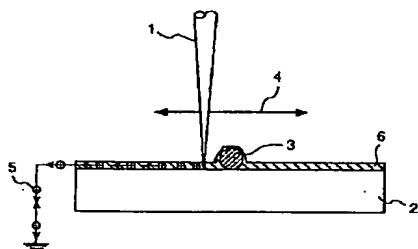
【図5】

図 5



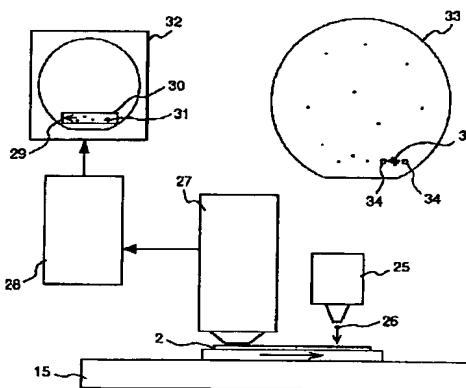
【図9】

図 9



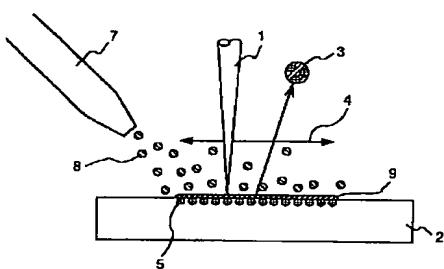
【図7】

図 7



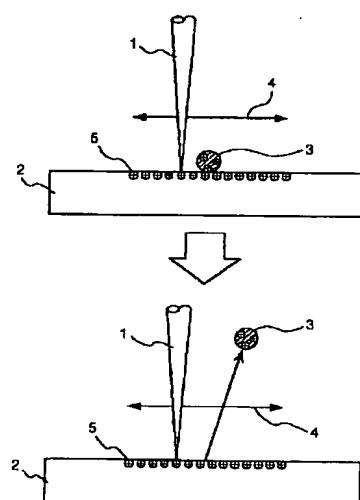
【図10】

図 10



【図8】

図 8



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁶
H 01 L 21/66

識別記号

F I
H 01 L 21/66

Z

31/09
49/0249/02
31/00

L

A

(72)発明者 水村 通伸
神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株
式会社日立製作所生産技術研究所内(72)発明者 西村 規正
神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株
式会社日立製作所生産技術研究所内